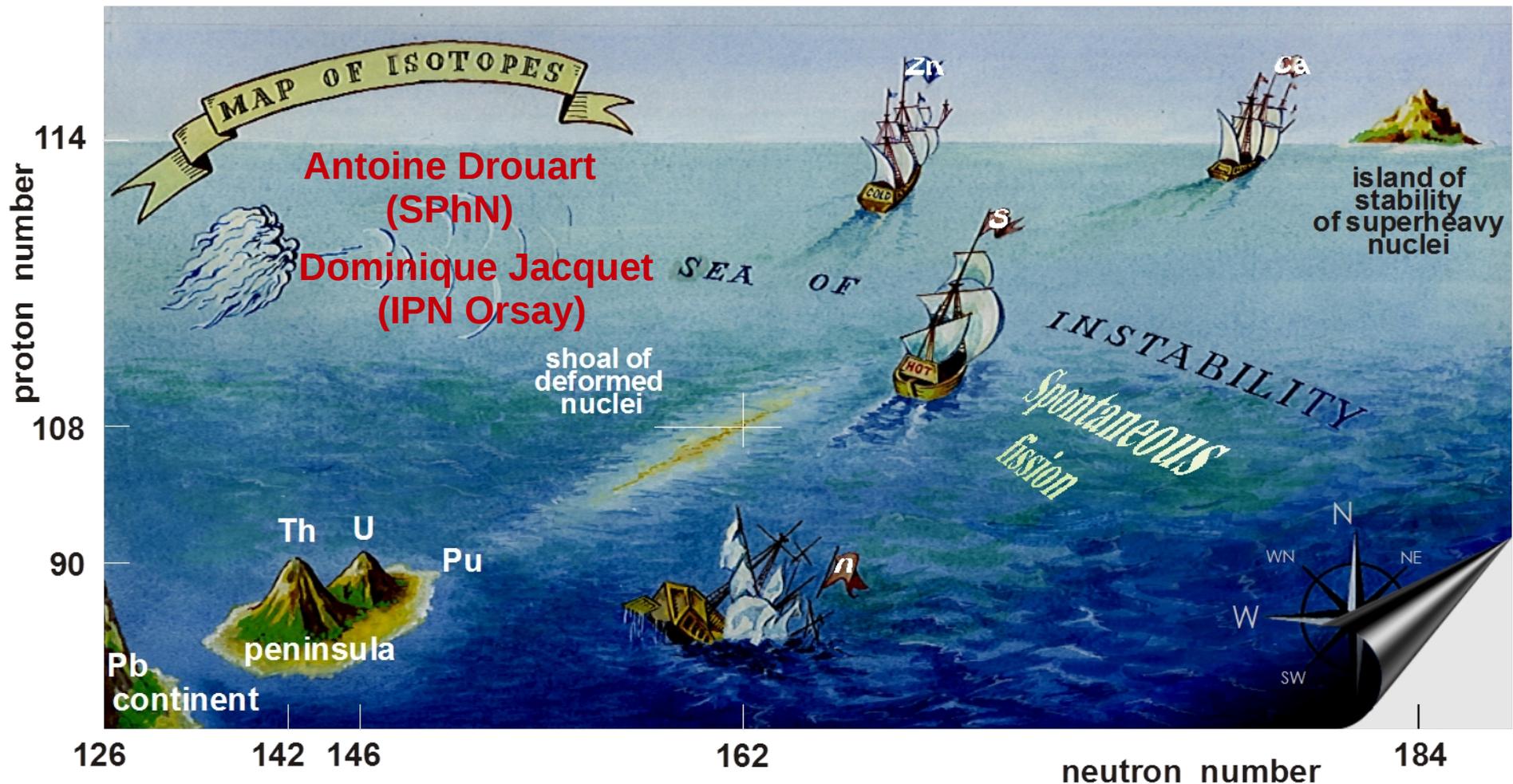


1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Mesures de temps de fission par fluorescence X en quête de l'îlot de stabilité des noyaux super lourds

Par Maud Airiau



1. **A la quête de l'îlot de stabilité**
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

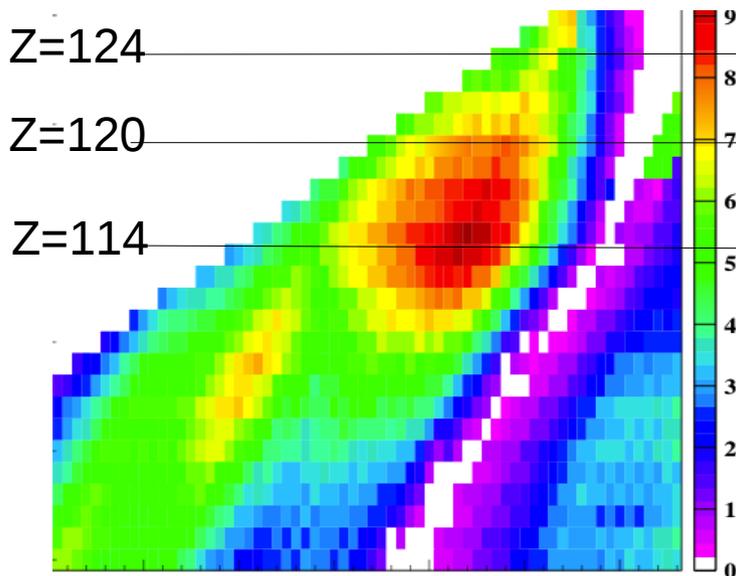
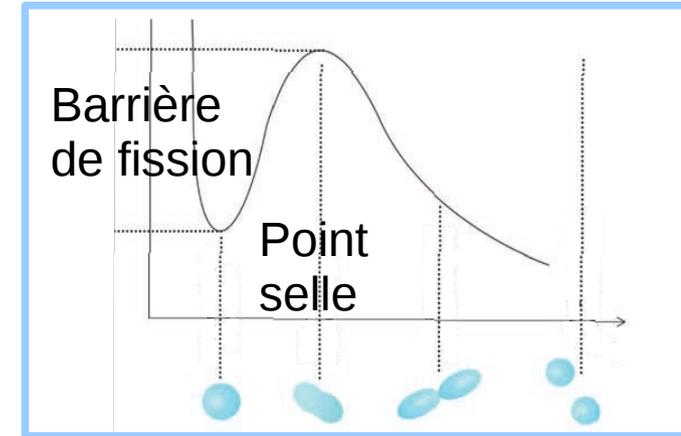
1. A la quête de l'îlot de stabilité

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

L'îlot de stabilité des noyaux super lourds

Modèle de la goutte liquide :
SHE instables car répulsion Coulombienne trop élevée
→ fission spontanée, Barrière de fission = nulle !

(Nouveaux) Modèles de structure nucléaire (micro+macro ou auto-consistent champ moyen) :
effets quantiques de couches → haute barrière de fission ! Stabilité attendue autour des nouvelles fermetures de couches.



| Z | Bf (MeV) <i>Möller et al.</i> | Bf (MeV) <i>Berger et al. *</i> |
|-----------|----------------------------------|------------------------------------|
| 124 , 312 | 0.2 | 10.8 |
| 120 , 296 | 6.8 | 11.0 |
| 114 , 282 | 6.7 | 6.3 |

→ HFB calculations by J.F. Berger et al.,
Nucl.Phys.A685 (2001) 1

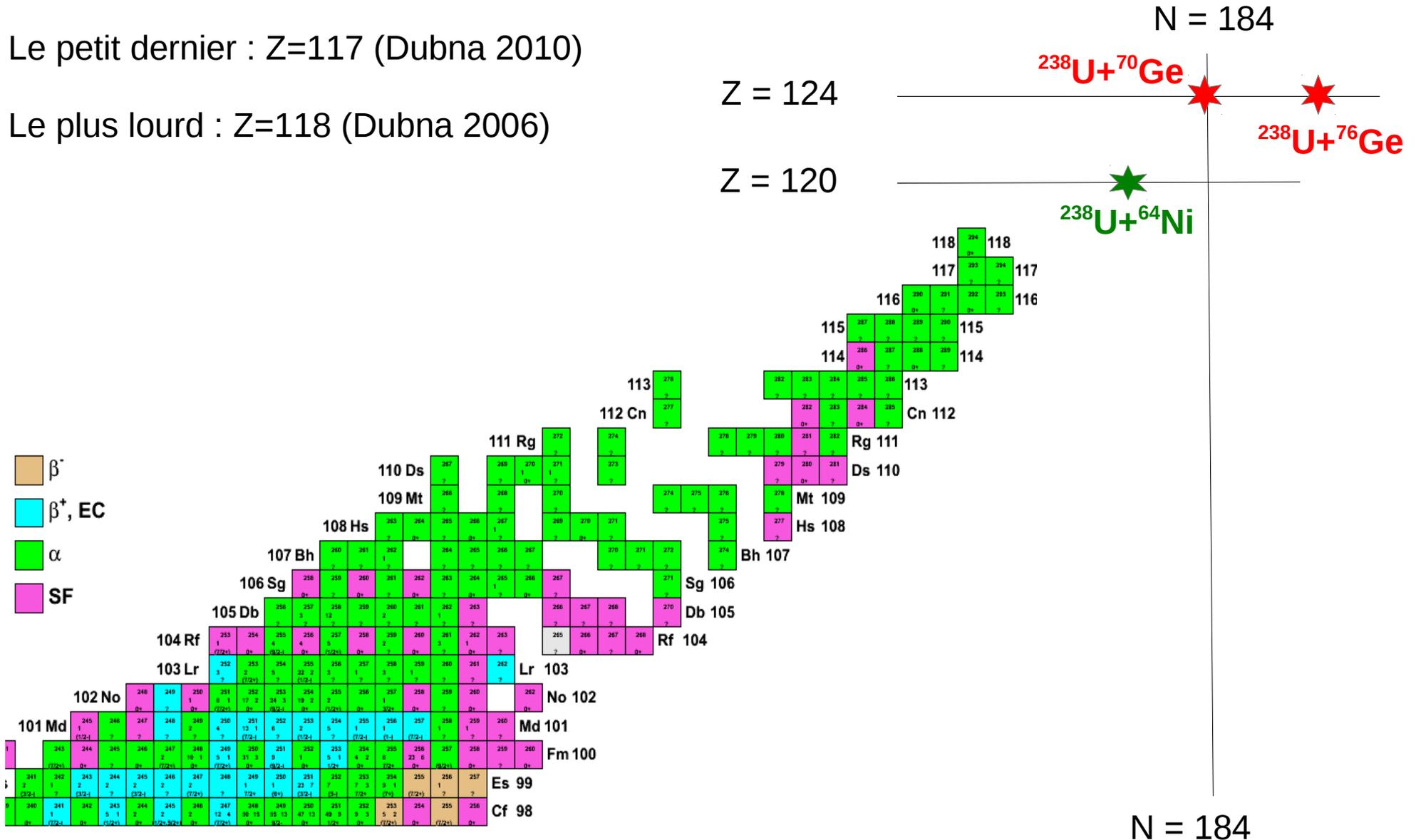
Beaucoup de modèles et de paramétrisations différents → besoin d'expériences pour connaître la localisation exacte de l'îlot de stabilité !

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Nos avancées en matière de super lourds

Le petit dernier : Z=117 (Dubna 2010)

Le plus lourd : Z=118 (Dubna 2006)



$N = 184$

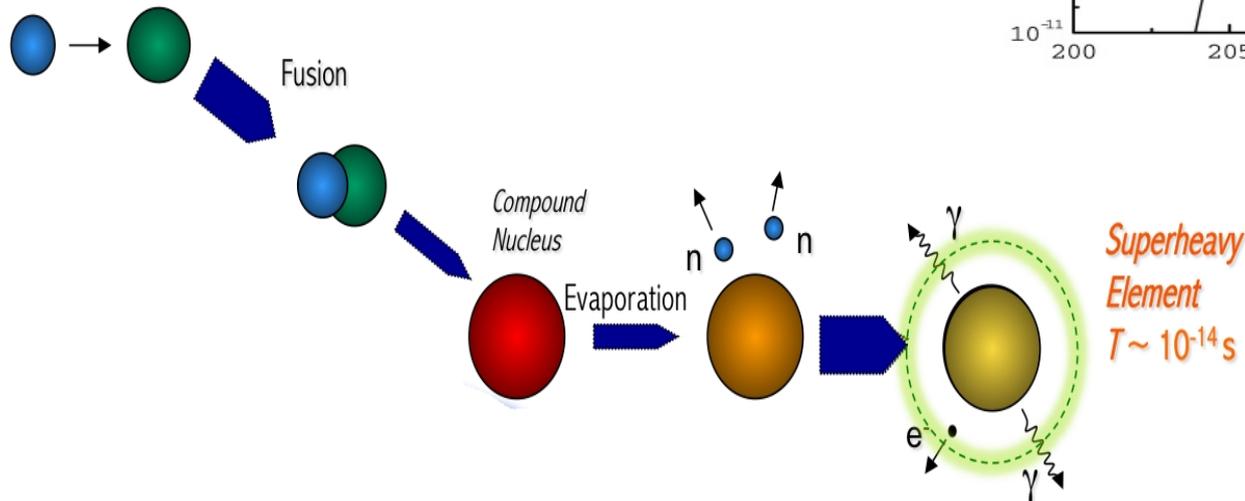
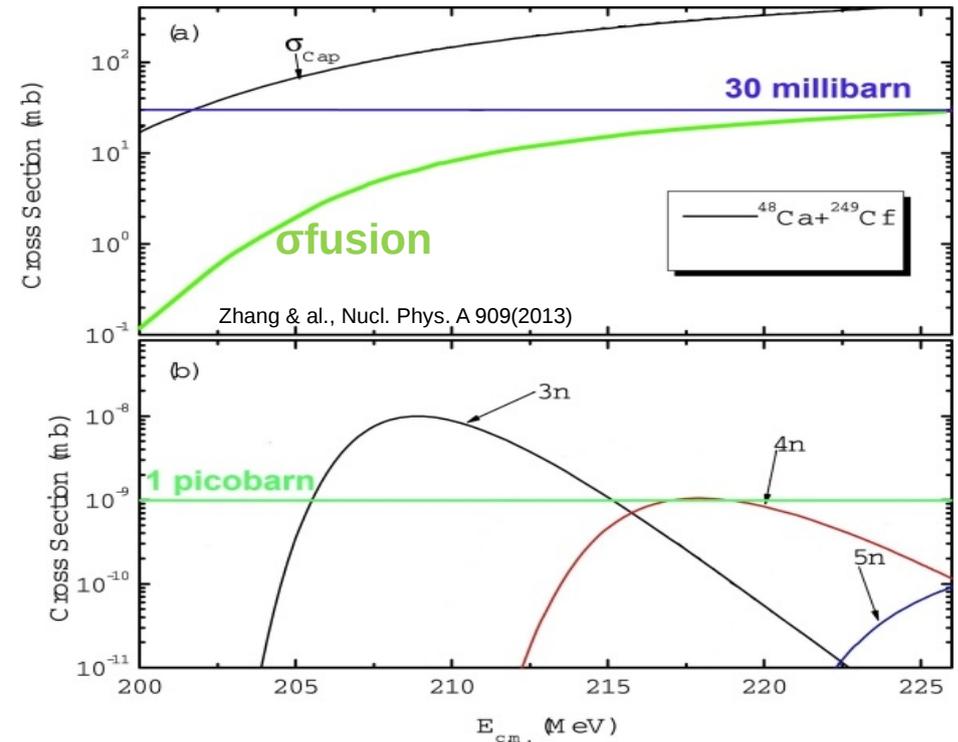
1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Des difficultés expérimentales

Synthèse d'un SHE = réaction de fusion évaporation
C.S de l'ordre du picobarn !

Fusion :
C.S. < 100 mb pour noyaux lourds
augmente avec Energie incidente

Survie :
Refroidissement par évaporation de neutrons.
Probabilité de survie diminue avec énergie
d'excitation.
Mode de décroissance dominant : fission.



1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. **Les mesures de temps de fission avec FluoX**
3. Expérience FluoX et début d'analyse

2. Les mesures de temps de fission avec FluoX

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. **Les mesures de temps de fission avec FluoX**
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Une méthode innovante basée sur les temps de fission

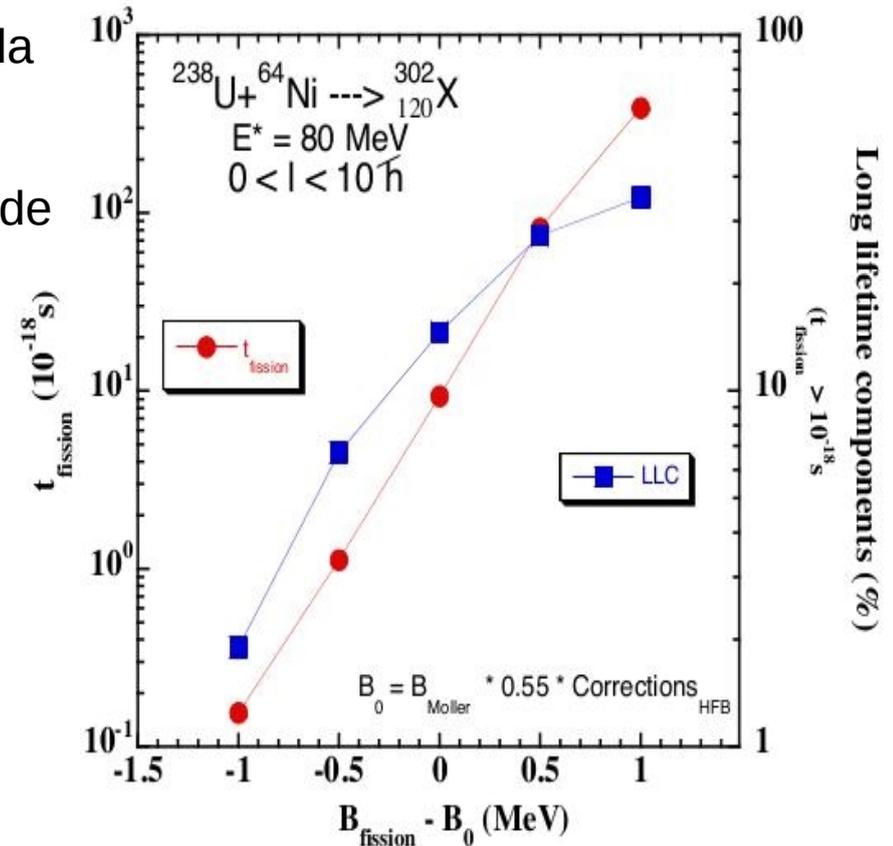
Fusion-evaporation : trop difficile. Fusion-fission bcp plus probable. Peut-on utiliser la fission pour sonder la stabilité des SHE ?

Temps de fission T_f directement corrélé à la barrière de fission B_f , et donc aux effets de couches
→ indicateur de stabilité !

Or petite variation sur B_f → large variations sur T_f .

Temps de fission =
outil sensible pour sonder la stabilité des SHE !

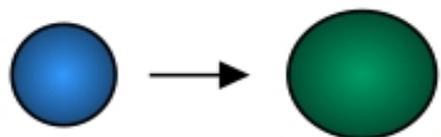
Méthode indépendante du modèle nucléaire !
Section efficace plus confortable : ordre mb



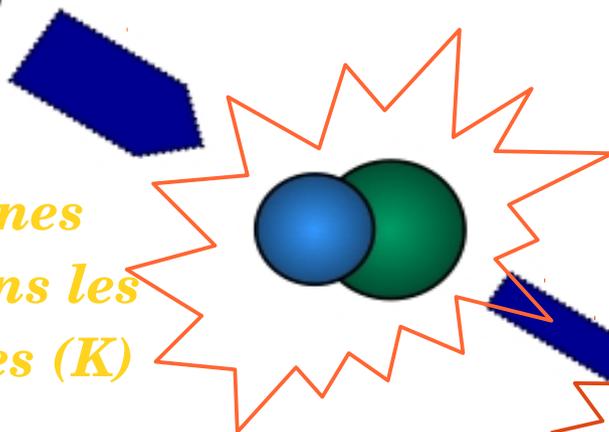
Méthode utilisée et validée au cours de 2 expériences précédentes visant à mesurer les temps de fission par fluorescence X des noyau $Z=114$, 120 et 124 .

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. **Les mesures de temps de fission avec FluoX**
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Collision



Capture



*Creation de lacunes
électroniques dans les
couches profondes (K)*

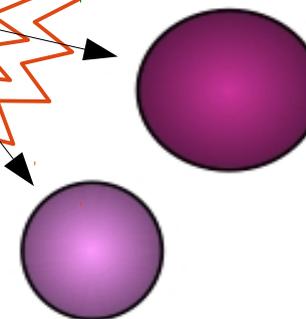
Fusion (création CN)

*Rayon X
Energie = 200 keV*

*Comblement des lacunes (tps ~ 10^{-18} s)
par émission de rayons X*

Rayon X

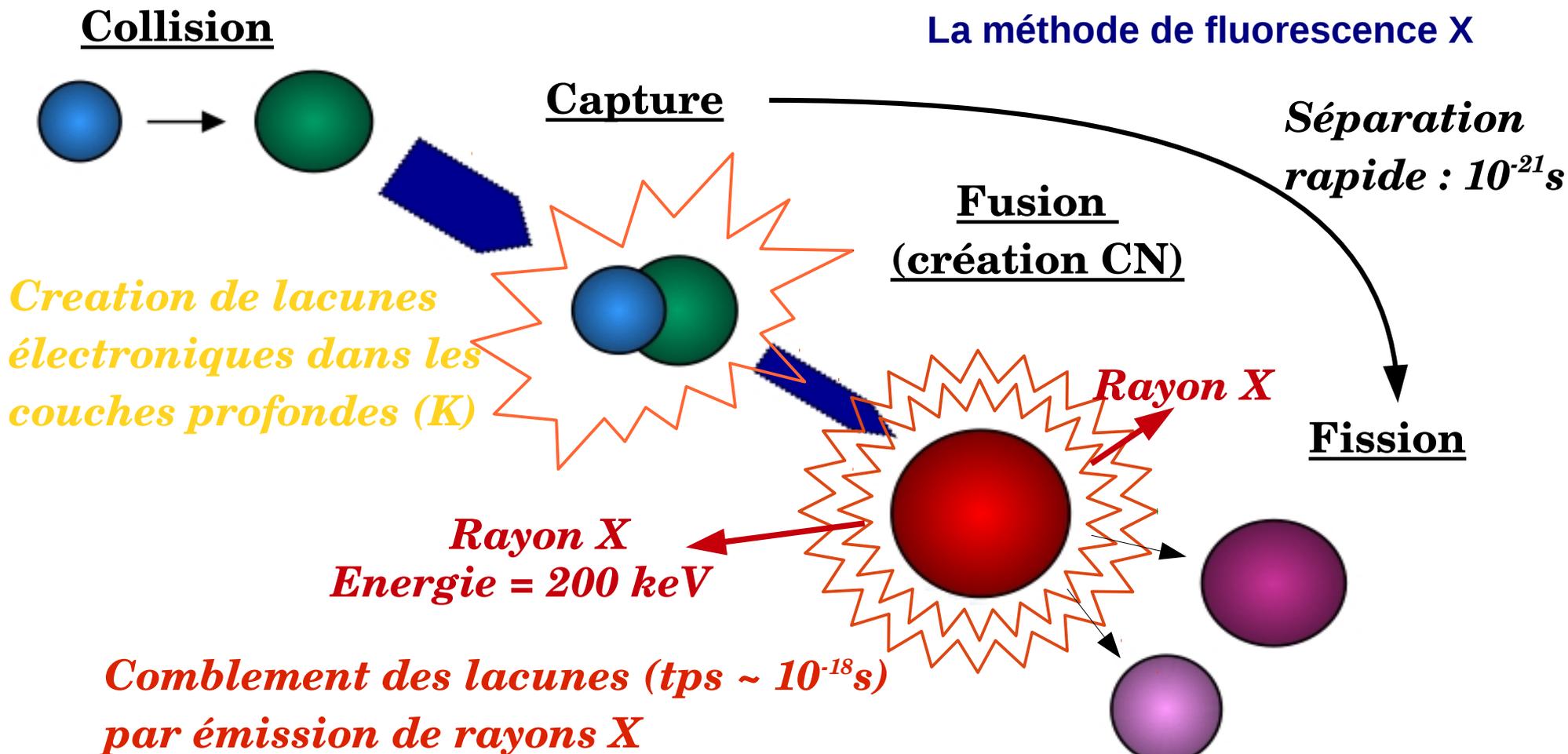
Fission



La méthode de fluorescence X

Si le temps de vie du CN est supérieur au temps de de comblement des lacunes :
émission de rayons X possible

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. **Les mesures de temps de fission avec FluoX**
3. Expérience FluoX et début d'analyse



Si le temps de vie du CN est supérieur au temps de de comblement des lacunes :
émission de rayons X possible

Observation de rayons X = signature de création d'un **SHE avec long temps de vie !**

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. **Les mesures de temps de fission avec FluoX**
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Des rayons X à la détermination des temps de fission :

$$P_X = P_{lac} \frac{\tau_{nuc}}{\tau_{nuc} + \tau_{lac}}$$

Multiplicité des Xk : ce qu'on va mesurer !

probabilité de présence d'une lacune, à déterminer expérimentalement

temps de vie d'une lacune, prédite avec des calculs MCDF

Ce qu'on souhaite calculer :

$$\tau_{nuc} = \frac{\tau_{lac}}{\left(\frac{P_{K120}}{M} - 1\right)}$$

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

3. La méthode FluoX appliquée au Z=124 : le dispositif expérimental

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**



1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

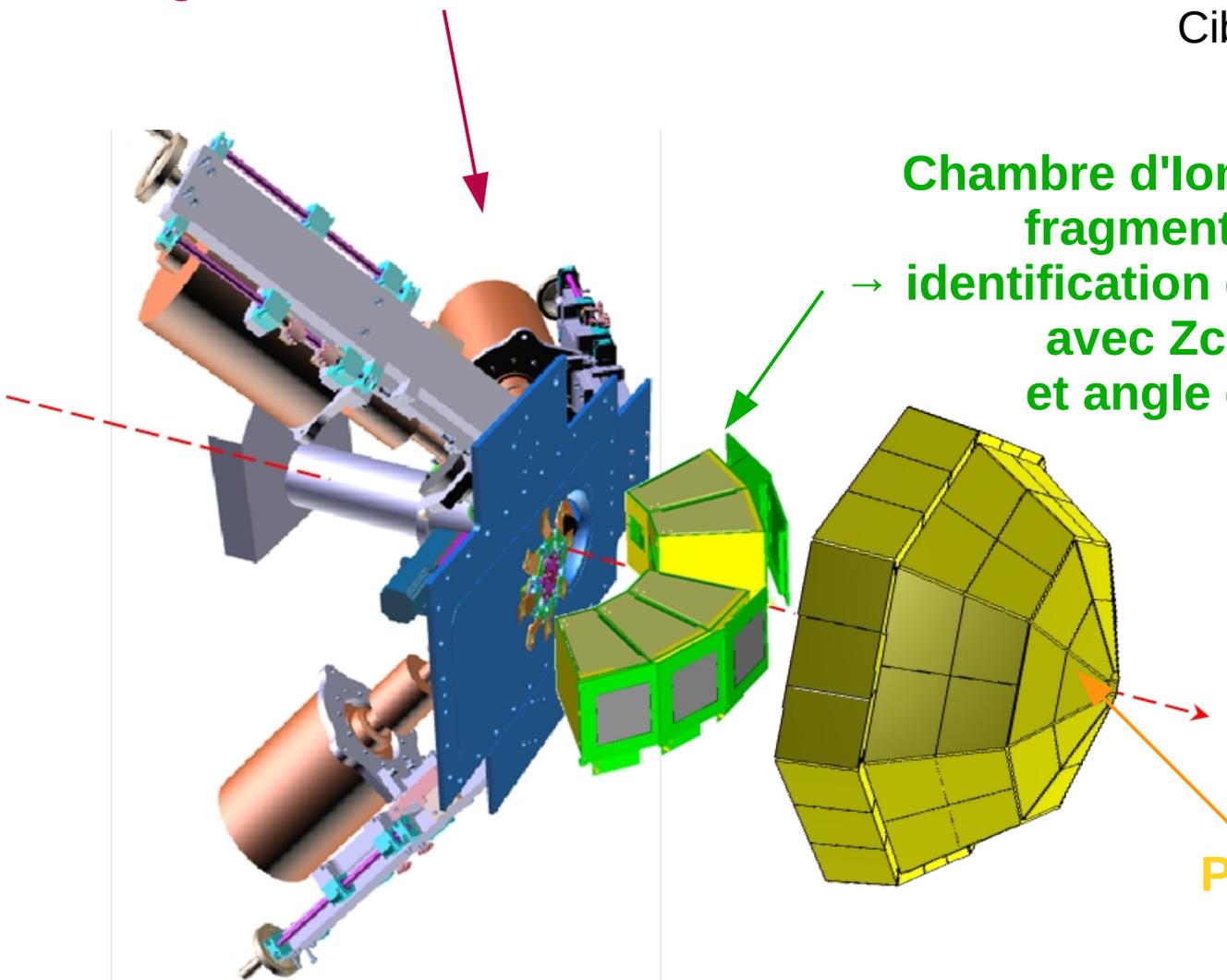
Expérience E615 au Ganil : le dispositif expérimental

Detecteurs Germanium : rayons X
→ signature de la création du CN

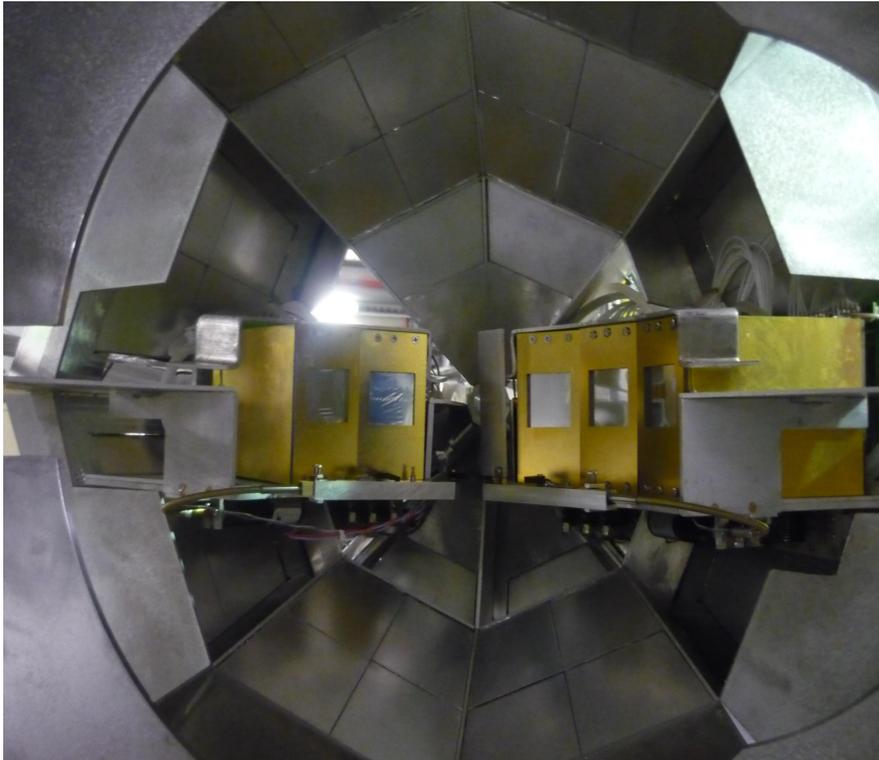
Faisceau : ^{238}U à 6.6 MeV/A
Cible : ^{70}Ge / ^{76}Ge

Chambre d'ionisation + DSSD:
fragments de fission
→ identification du noyau composé
avec $Z_{cn} = Z1 + Z2$
et angle de diffusion

CsI INDRA :
Particules chargées légères
pour vérifier $Z_{cn} = Z1+Z2$



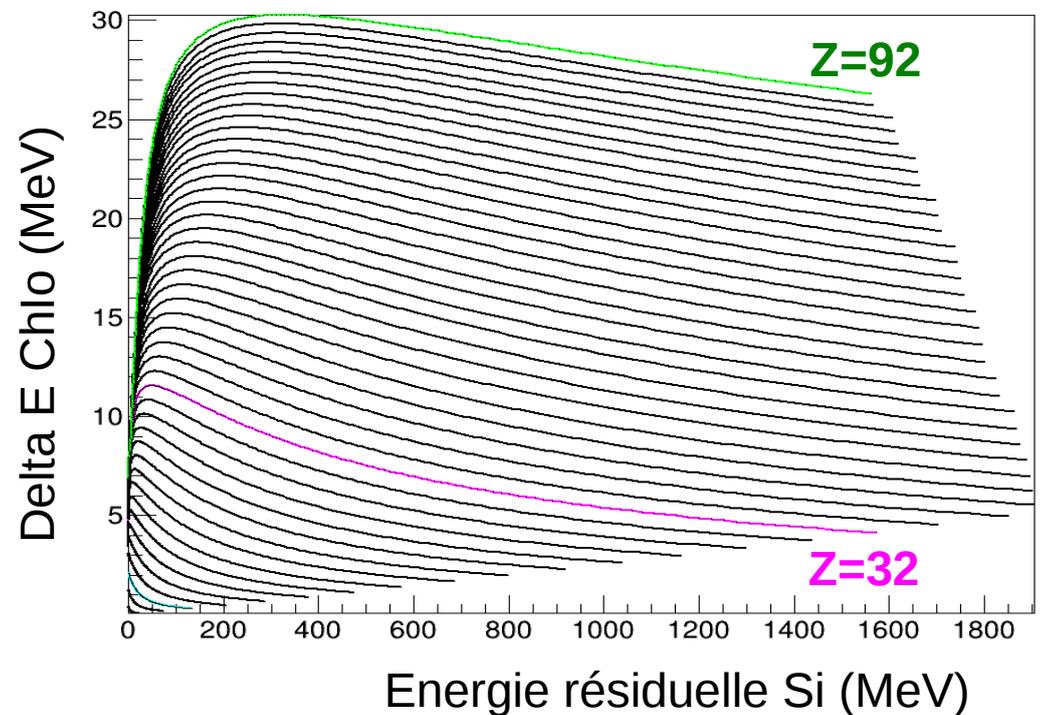
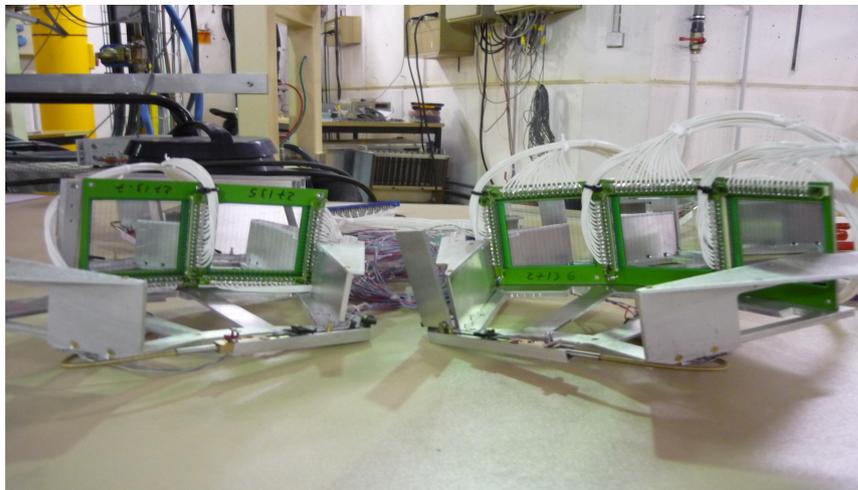
1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**



Chambre d'ionisation + DSSD:
fragments de fission
→ **identification du noyau composé**
avec $Z_{cn} = Z1 + Z2$

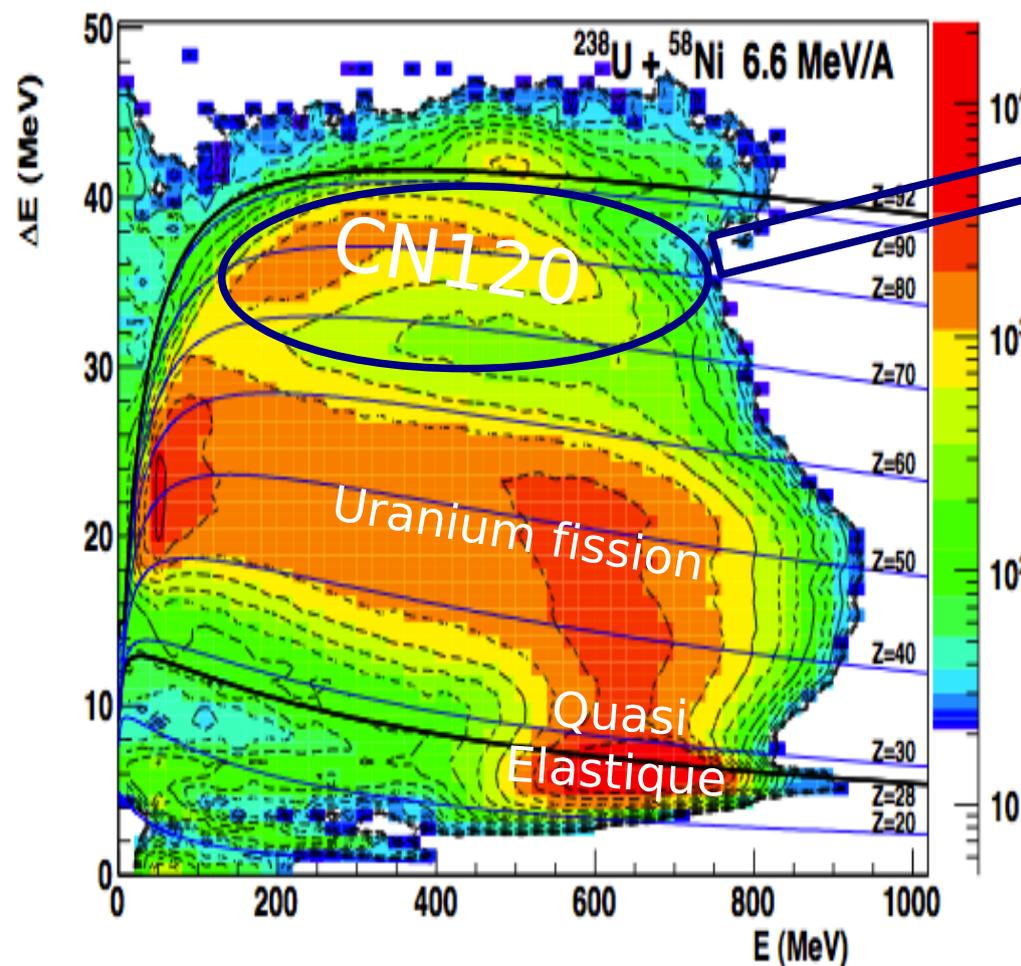
Identification d'une particule chargée à l'aide d'une matrice DeltaE-E (Bethe Block)

Chambre d'ionisation : perte d'énergie
DSSD : énergie résiduelle de la particule



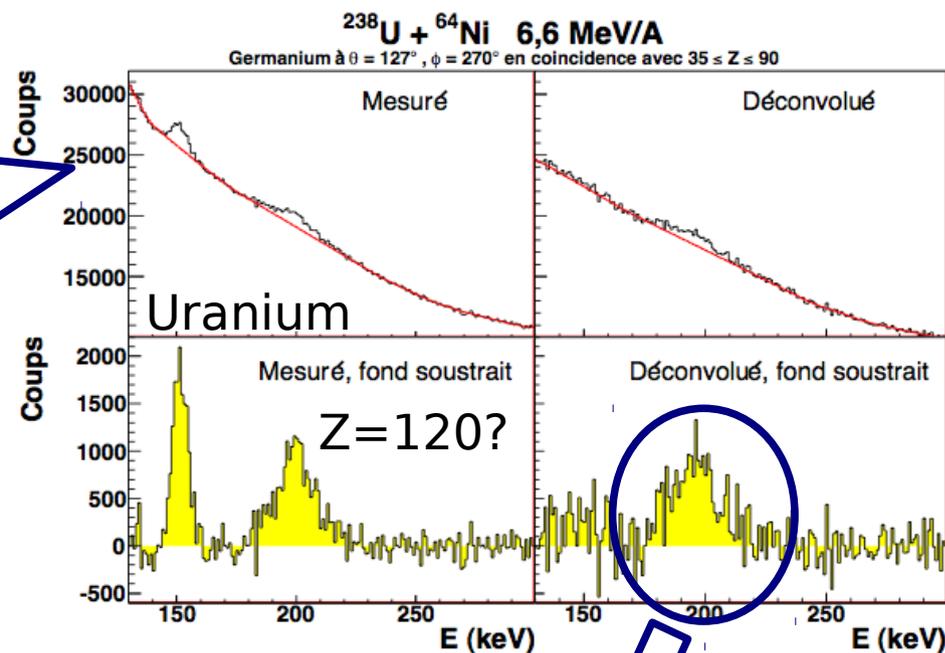
1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Sélection des événements de fusion-fission du Z=120

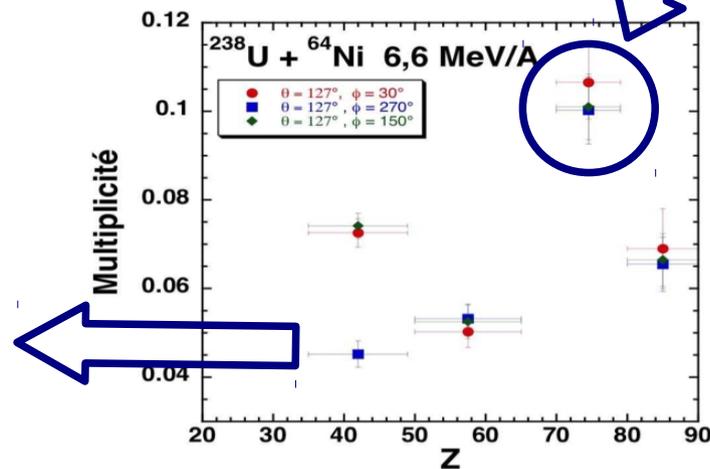


Prédiction du temps moyen de fission minimum !

Étude des spectres Ge



Multiplicité des Xk

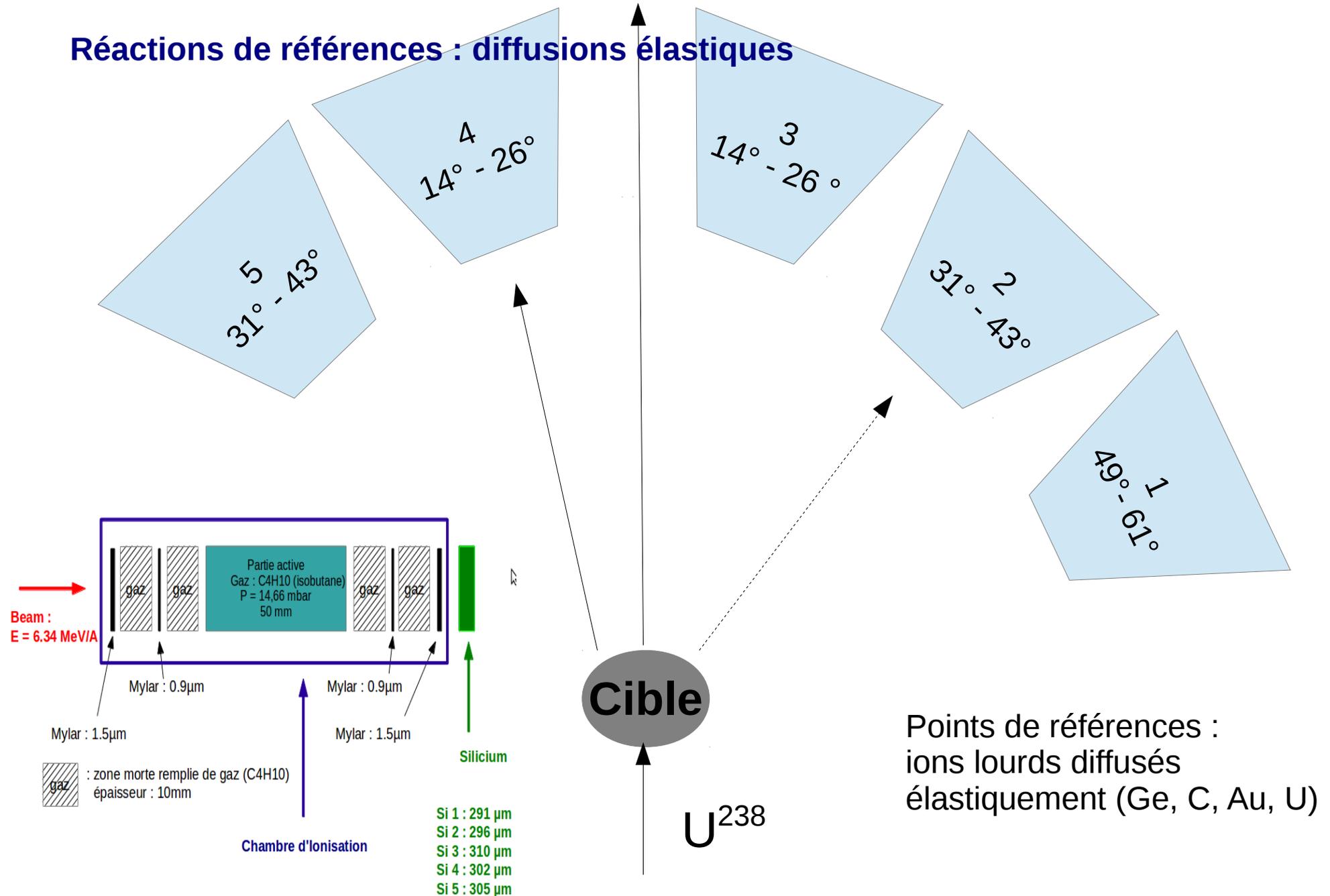


1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

L'Expérience FluoX : calibration des télescopes (Chlo+Si)

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

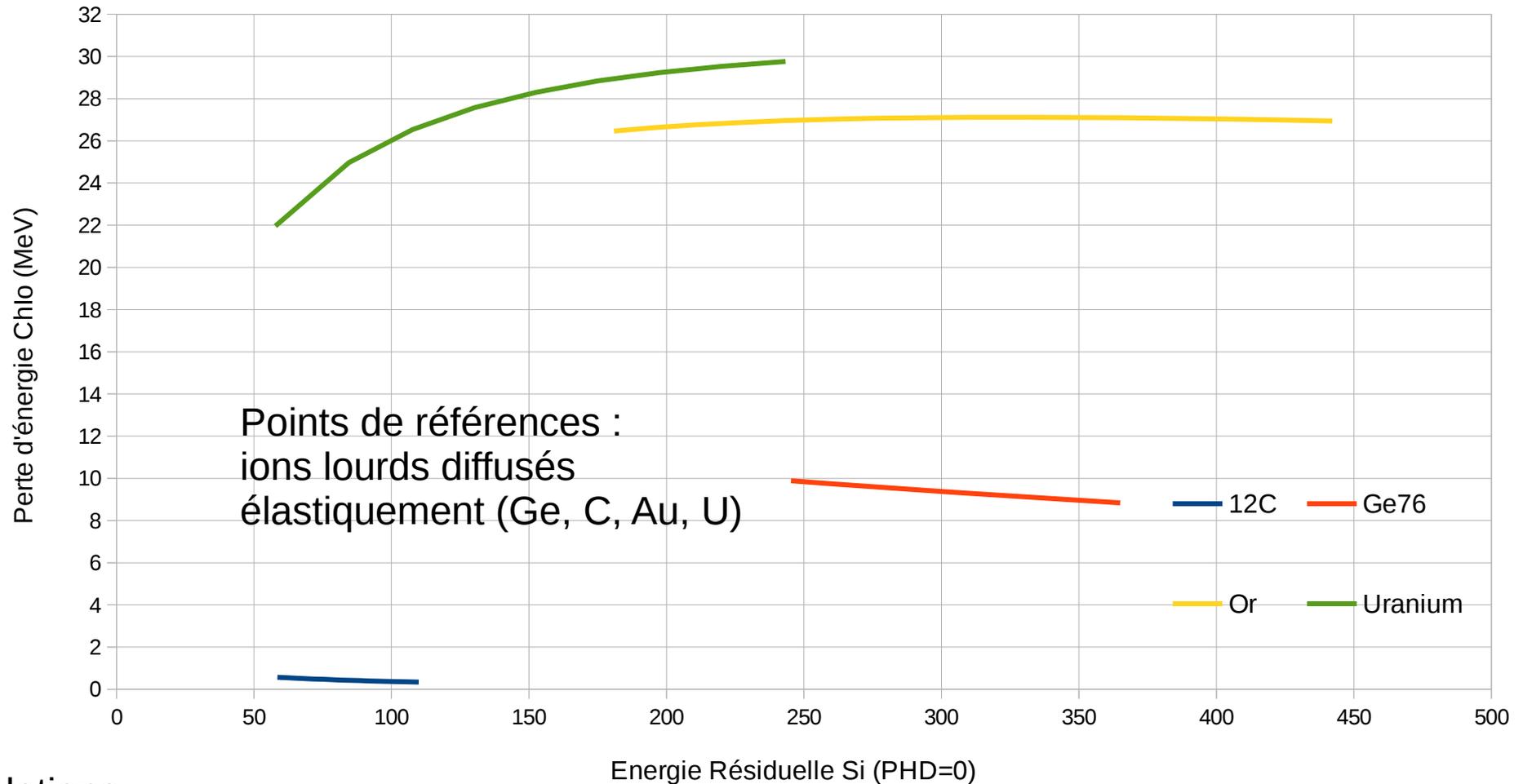
Réactions de références : diffusions élastiques



Points de références :
ions lourds diffusés
élastiquement (Ge, C, Au, U)

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

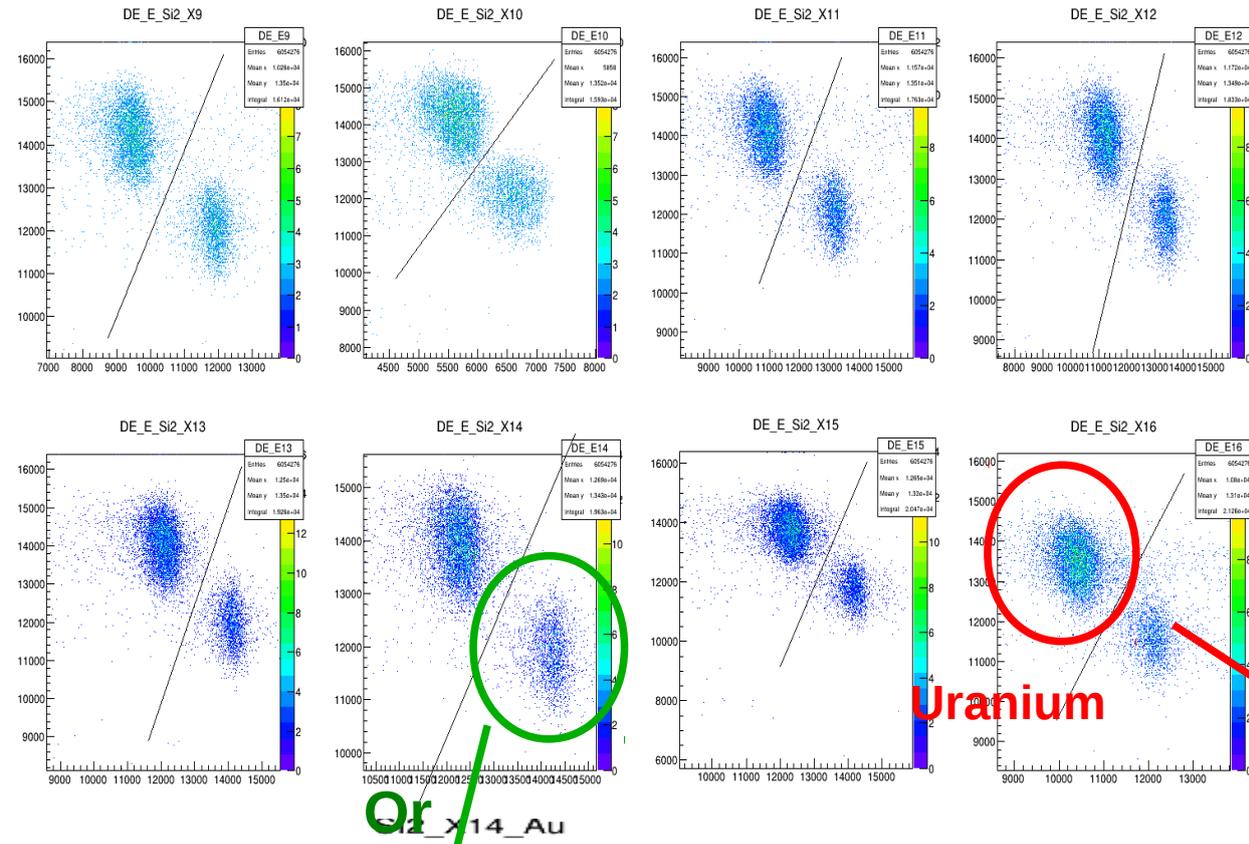
La calibration des télescopes pour identifier en Z les fragments de fission



Simulations :

- perte d'énergie dans la cible
- énergie cinétique selon angle de diffusion
- perte d'énergie des ions dans tous les détecteurs (Si+Chlo)
- défaut d'ionisation dans les Si

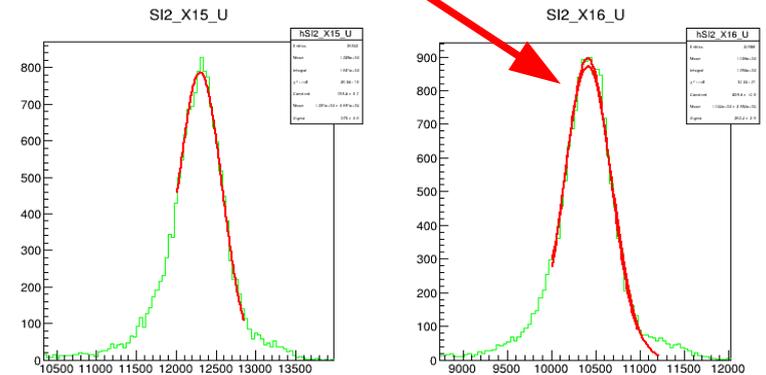
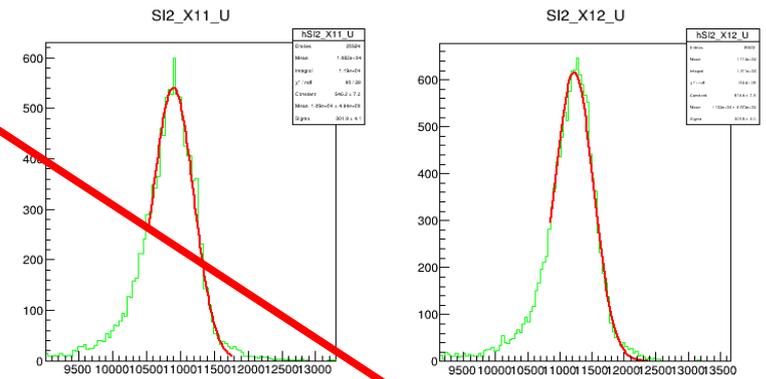
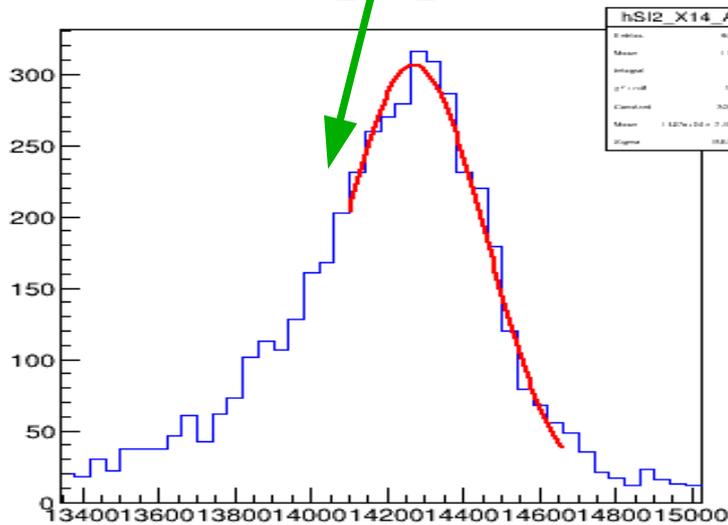
1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**



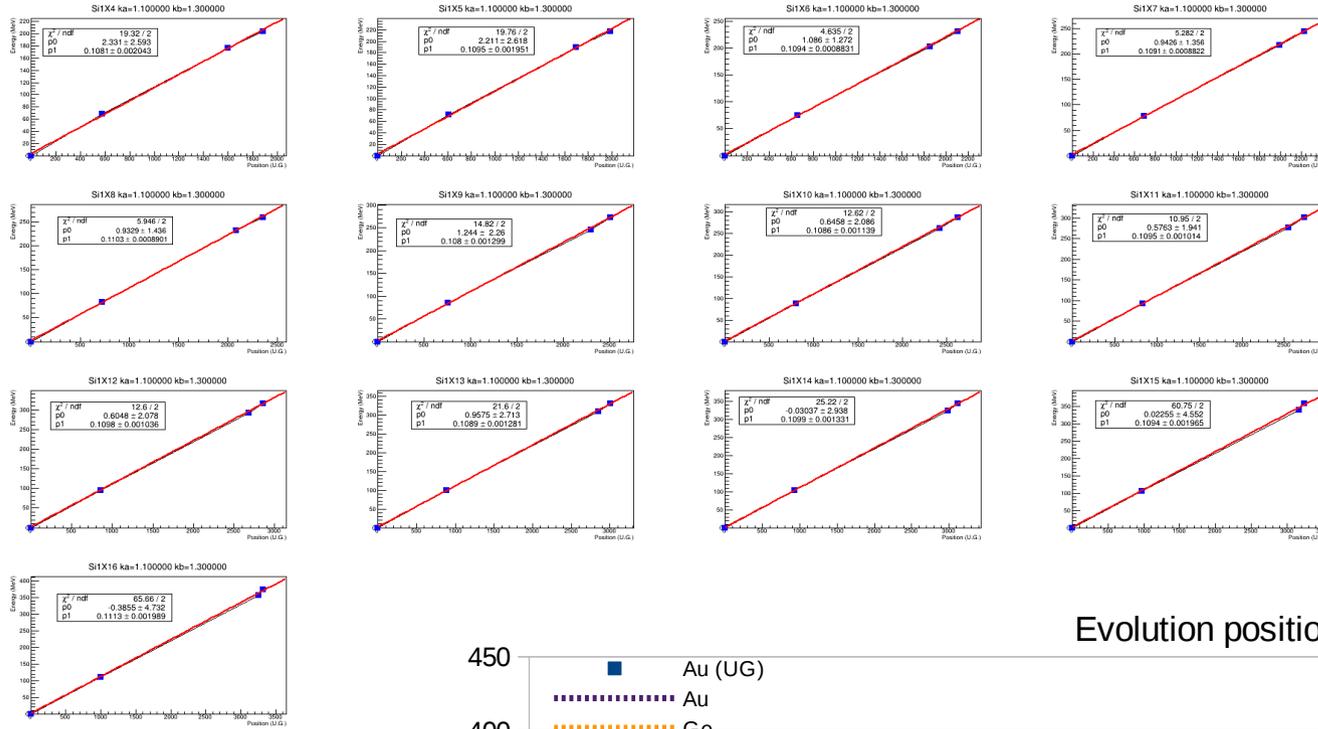
Sélection des événements de diffusion élastique piste par piste sur les spectres EDE

Uranium

Qr



1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

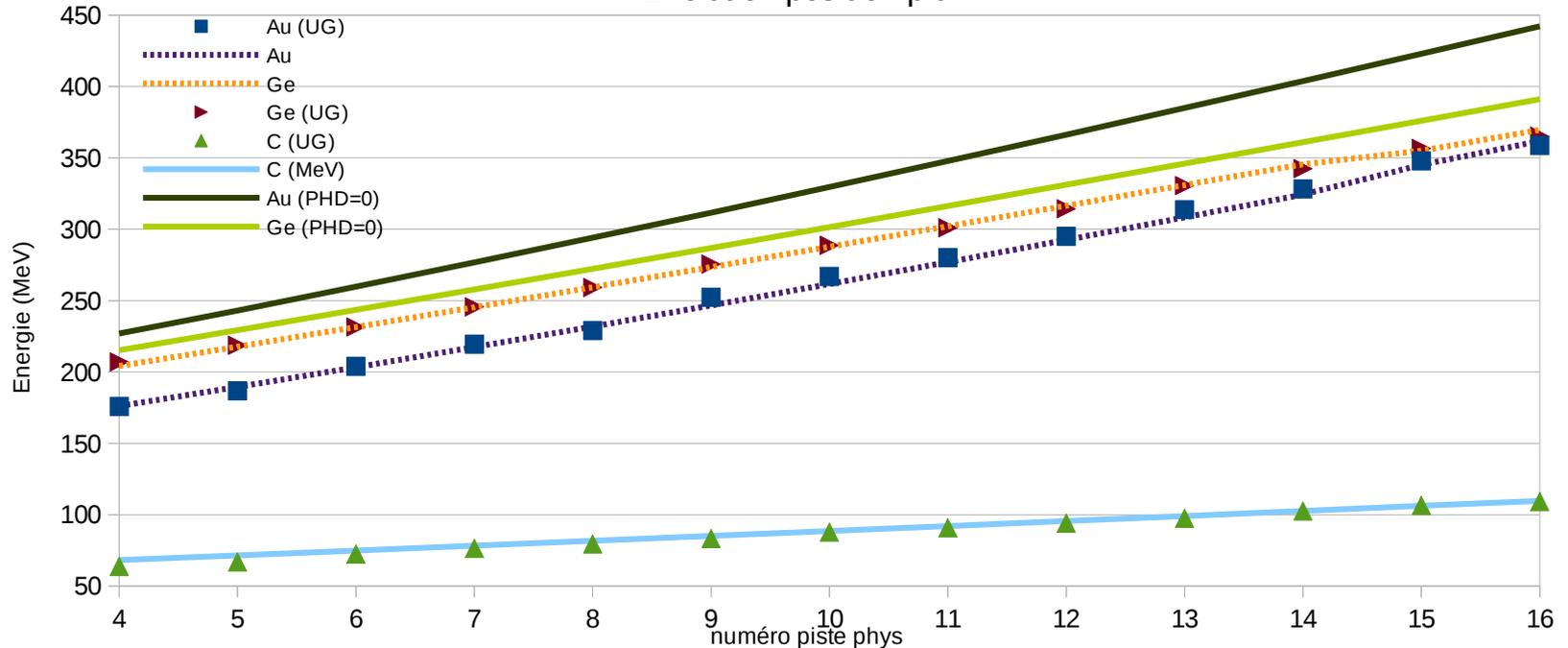


Calcul du défaut d'ionisation (PHD) : coefficients empiriques de Moulton à ajuster

$$PHD = 10^{b(Z)} E^{a(Z)}$$

J.B.Moulton
(Nim 157 325-331)

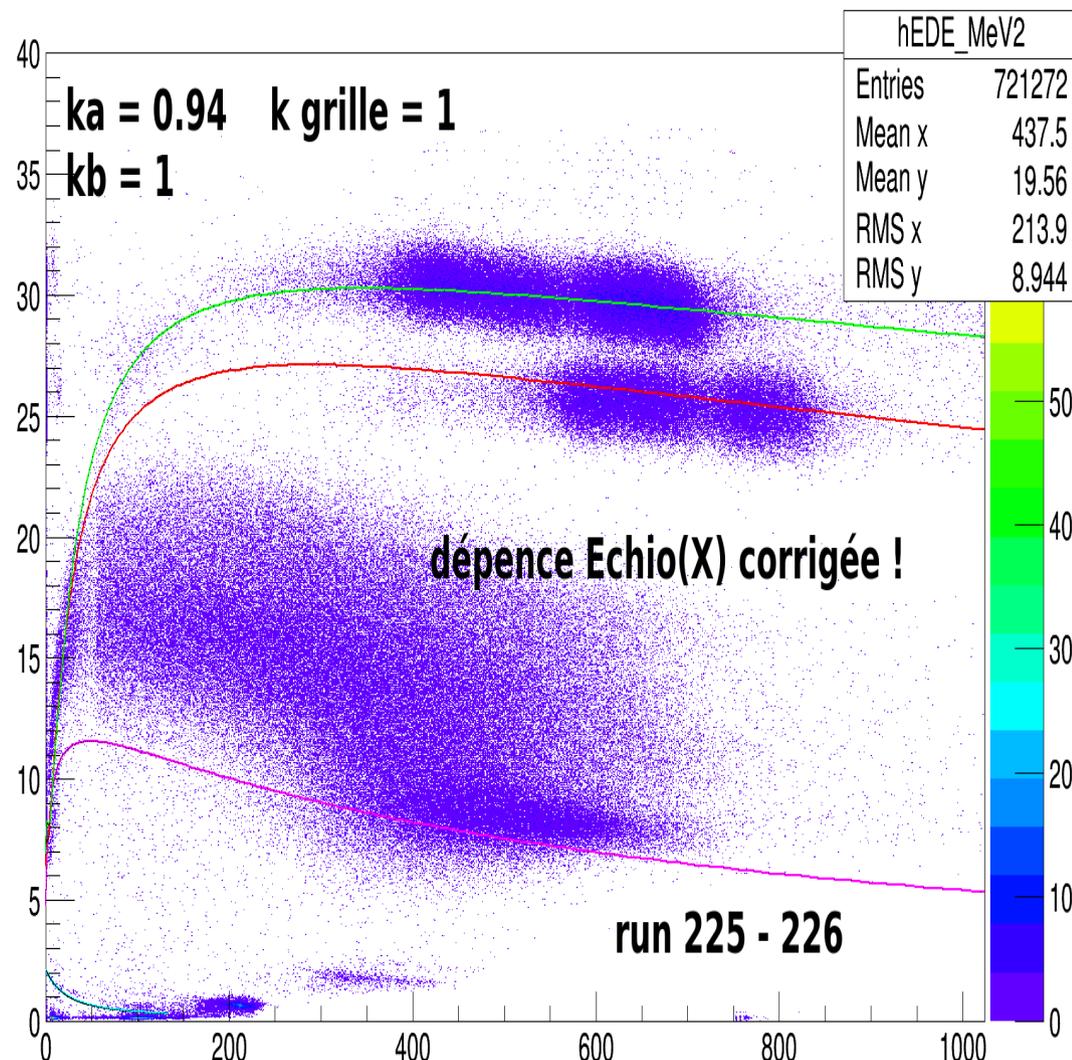
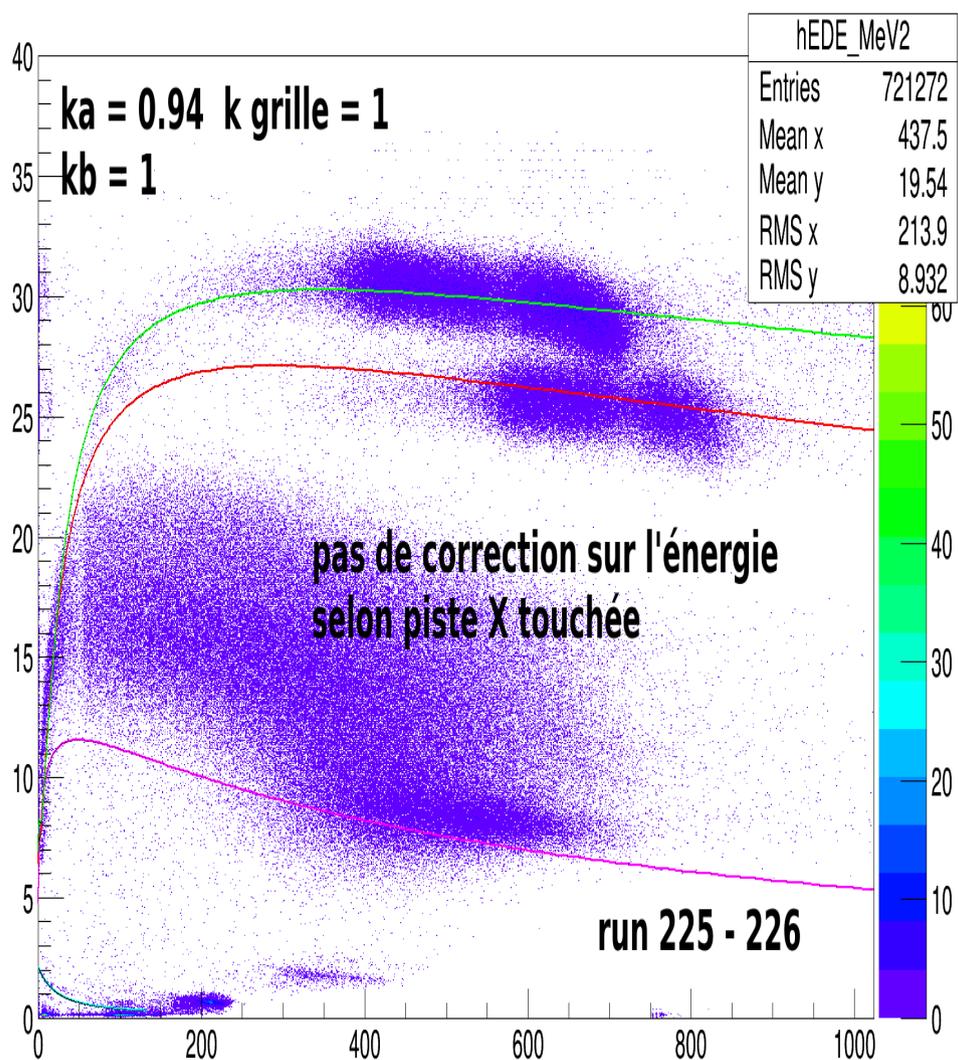
Evolution position pic



1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

Les diverses corrections à effectuer avant de pouvoir établir des lignes de Z

- réponse Chlo selon position horizontale et verticale
- correction des événements partagés entre pistes adjacentes sur Si



1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. **Expérience FluoX et début d'analyse**

Analyse de l'expérience E615 : ce qu'il reste à faire !

Ce qu'il reste à faire sur les télescopes:

- appliquer des corrections sur les grilles de ligne de Z pour chaque télescope
- utiliser ces grilles pour sélectionner les événements de fusion-fission du $Z=124$

A faire ensuite :

- analyser les spectres Ge pour ces événements : suppression du fond, correction des coïncidences fortuites, identification des Xk caractéristiques du $Z=124$
- estimation de la multiplicité des Xk
- détermination des temps de fission moyen minimum
- comparaison entre les deux isotopes du 124 créés à partir des deux cibles de Ge.

**Perspectives futures :
une nouvelle expérience en Australie**

1. A la quête de l'îlot de stabilité
2. Les mesures de temps de fission avec FluoX
3. Expérience FluoX et début d'analyse

Merci de votre attention !